

**С. В. ЛУПОЛ, І. О. СЛАБУН**, канд. техн. наук, професор

### **Вплив надлишку водяної пари стадії конверсії метану на витратні коефіцієнти виробництва аміаку**

Аміак - великотоннажний продукт хімічної промисловості України, СНД і світу. В Україні виготовляється 5.27 млн. т  $\text{NH}_3$ /рік, а його світове виробництво досягає 150 млн. т  $\text{NH}_3$ /рік.

В основному використовується для виробництва азотних добрив (нітрат і сульфат амонію, сечовина), вибухових речовин і полімерів, азотної кислоти, соди (по амміачному методу) та інших продуктів хімічної промисловості.

Технологічний газ, придатний для синтезу аміаку, можна отримувати з будь-якої вуглеводневої сировини: природного газу, попутних газів нафтобудування, газів переробки нафти; з нафти та її похідних – бензинів, мазутів, гудрону тощо; із коксового газу, а також синтез-газу, утвореного при комплексній переробці природного газу з метою одержання метанолу; із кам'яного та бурого вугілля, сланців, торфу і бітумінозних пісків, а також із води електролітичним методом (кількість водню, отриманого таким способом, складає 3% світового виробництва). Однак, найбільш поширеною сировиною у всіх країнах є природний газ.

Виробництво аміаку дуже енергоємне (близько 68 % собівартості припадає на енергетичні витрати). Тому в процесах його отримання використовують вторинні енергетичні ресурси. В технологічній схемі виробництва аміаку утворюються технологічні потоки газу, нагріті до високої температури. Це димові і конвертовані гази після конверсії метану, синтез-газ після метанування та ін. Але їх енергії для підігріву реакційних сумішей недостатньо. Тому в технологічній схемі додатково отримують тепло за рахунок спалення природного газу. Таким чином, при виробництві аміаку використовують виробничі вторинні енергетичні ресурси, а також споживають додаткове тепло, що отримується від спалювання природного газу. Процес отримання аміаку стає автономним і забезпечує себе необхідною енергією [1].

Все ж таки вищезазначених заходів замало і, на теперішній час, у найбільш економічних вітчизняних агрегатах (АМ-76, потужність по аміаку 1420 т  $\text{NH}_3$ /добу) питома енергоспоживання становить приблизно 10 Гкал / т  $\text{NH}_3$ . При цьому теоретичне енергоспоживання при виробництві аміаку з природного газу становить 5.3 Гкал / т  $\text{NH}_3$ . Тому одне із завдань - зниження енергозатрат в діючих установках і при проектуванні нових.

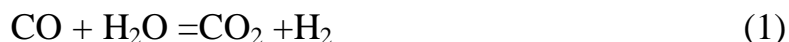
Перспективним напрямком для реалізації цього завдання можна вважати зменшення співвідношення (пар:сухий газ) у вихідній суміші.

Будь яким змінам технологічних параметрів каталітичної конверсії  $\text{CH}_4$  і/або  $\text{CO}$  передують технологічні розрахунки матеріальних балансів цих стадій.

Метою магістерської роботи є встановлення впливу надлишку водяної пари стадії конверсії метану на витратні коефіцієнти виробництва аміаку.

У даній роботі проведені розрахунки матеріальних і теплових балансів стадій каталітичної конверсії  $\text{CH}_4$  і  $\text{CO}$  в інтервалі співвідношень (пар:сухий газ) [(3,0:1) ; (4,0:1)] та визначено вплив цього співвідношення на витратні коефіцієнти виробництва [2].

Для розрахунку матеріальних балансів використовувалася константа рівноваги реакції конверсії  $\text{CO}$  (див. рівняння 1), яка визначалася за рівнянням Тьомкіна зі співавт. (найбільш обґрунтованим [3])



Для розрахунку на ПЕОМ теплових балансів процесів конверсій  $\text{CH}_4$  і  $\text{CO}$  нами запропоновані рівняння для визначення середніх (у даному інтервалі температур (298 – T)) мольних теплоємностей і-того компонента парагазової суміші  $\bar{c}_{p,M,i}^{0,(298-T)} = f(T)$ , одержаних інтегруванням довідкових поліномів істинних теплоємностей цих компонентів, як функції температури  $c_{p,M,i}^{0,T} = f(T)$  [4].

Проведений аналіз витратних коефіцієнтів виробництва аміаку показує, що при зменшенні співвідношення (пар:сухий газ) на вході в технологічну схему від (4,0 : 1) до (3,0 : 1) витрата топкового природного газу (ТПГ) зменшується з 413,72 м<sup>3</sup>/ т  $\text{NH}_3$  до 396,34 м<sup>3</sup>/ т  $\text{NH}_3$  (в середньому на 1.738 м<sup>3</sup>/ т  $\text{NH}_3$  при зниженні співвідношення на (0,1:1)).

Враховуючи те що виробництво аміаку є великотоннажним та при поточній вартості природного газу, який реалізується промисловим споживачам, 3,113 грн./м<sup>3</sup> отримані данні дають значну економію на річний випуск.

### Список джерел інформації:

1. Технологія зв'язаного азоту: Підручник / Л.Л. Товажнянський, О.Я. Лобойко та ін. ; за ред. О.Я. Лобойка. – Харків: НТУ «ХП», 2007. – 536 с.

2. Методи розрахунків у технології неорганічних виробництв (ч.1. Зв'язаний азот): Підручник / О.Я. Лобойко, Л.Л. Товажнянський, І.О. Слабун та ін. – Х.: НТУ «ХП», 2001. – 512 с.

3. Мнацаканян М.Б. Аналіз даних по визначенню констант рівноваги конверсії  $\text{CO}$  і рекомендації щодо їх використання у технологічних розрахунках // М.Б. Мнацаканян, В.А. Маршала, С.В. Лупол. VII-ма внутрішньовузівська науково-практична студентська конференція магістрантів НТУ «ХП». – Харків: НТУ «ХП», 2013

4. Краткий справочник физико-химических величин / Под ред. А.А. Равделя, А.М. Пономаревой. – Л.: Химия, 1983. – 232 с.